



**SURFACE RADIATION TYPE LIGHT EMITTING DIODE AND METHOD OF PRODUCING SAME**

**Patent number:** JP57028380  
**Publication date:** 1982-02-16  
**Inventor:** ANSONII JIYON SUPURINGU SOOPU;  
KURISUTOFUAA MAIKERU RUTSUKU  
**Applicant:** NORTHERN TELECOM LTD  
**Classification:**  
- **International:** *H01L21/3063; H01L33/00; H01L21/02; H01L33/00;*  
(IPC1-7): H01L33/00  
- **European:** H01L21/3063B; H01L33/00B6B; H01L33/00C3B  
**Application number:** JP19810093120 19810618  
**Priority number(s):** CA19800354753 19800625

Also published as:

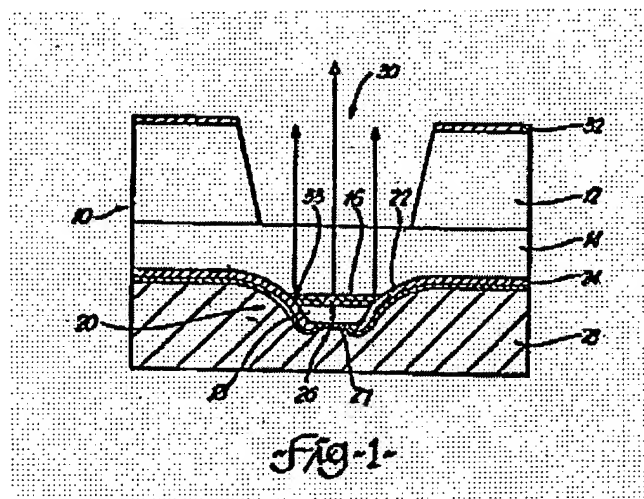
 EP0042484 (A2)  
 EP0042484 (A3)

Report a data error here

Abstract not available for JP57028380

Abstract of correspondent: **EP0042484**

In a surface emitting light emitting diode (LED), light propagating in the plane of an active pn junction region (16) is utilized by turning it into the surface emitting direction using a mirror inclined at 45 DEG to the plane of the junction. To form the mirror, a passivating spot (34) is deposited on the semiconductor crystal and the semiconductor surface is anodized, the resulting oxide layer (22) being simultaneously etched away leaving, under a central region of the spot, a mesa (20) having a curved wall (33), the tangent to which is at 45 DEG to the plane of the junction region (16) at its boundary. An acid is selected which both oxidizes the semiconductor and etches away the oxide (22) as it is produced, thereby permitting a continuous and clean process.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—28380

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 33/00

識別記号

庁内整理番号  
7739—5F

⑭ 公開 昭和57年(1982)2月16日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑮ 表面放射型発光ダイオード及びその製造方法

⑯ 特 願 昭56—93120

⑰ 出 願 昭56(1981)6月18日

優先権主張 ⑱ 1980年6月25日 ⑲ カナダ(C  
A) ⑳ 354753

㉑ 発 明 者 アンソニー・ジョン・スプリ  
ング・ソープ  
カナダ国ケイ0エイ2ゼット0  
オンタリオ・リッチモンド・フ  
ォーチュンストリート55ピー  
ーボックス96

㉒ 発 明 者 クリストファー・マイケル・ル  
ック

カナダ国ケイ2ジー3ワイ5オ  
ンタリオ・ネピアン・イーウツ  
ドフィールドドライブ24

㉓ 出 願 人 ノーザン・テレコム・リミテッ  
ド

カナダ国ケベック・モントリオ  
ール・ドーチエスターブルバ  
ードウエスト1600

㉔ 代 理 人 弁理士 小田島平吉

明 細 書

1 発明の名称

表面放射型発光ダイオード及びその製造方法

2 特許請求の範囲

1 接合領域が該接合領域の平面にほぼ45度傾斜した反射面により少くとも部分的に結合され、それにより、該接合領域の該平面で拡散する光が該反射面(33)で内方へ反射され、且つこれに続いてほぼ発光ダイオードの表面放射方向に拡散することを特徴とするもの発光平面接合を有する表面放射型発光ダイオード。

2 半導体基板(12)と、該基板に重なっている第1境界層(14)と、該第1境界層に重なっている活性層(16)と、そして該活性層に重なっている第2境界層(18)とを有し、該もの接合が該境界層の1つと該活性層(16)との間の接合部に形成され、該活性層(16)と、該第

2境界層(18)と少くとも第1境界層(14)の部分とが、該基板(12)から離れて円錐台メサ(20)を形成している特許請求の範囲第1項記載の発光ダイオード。

3 該発光接合領域が完全に該傾斜した反射面(33)により結合されている特許請求の範囲第1項又は第2項に記載の発光ダイオード。

4 該発光接合領域が円形である特許請求の範囲第1—3項のいずれか一つの項に記載の発光ダイオード。

5 該メサ(20)が、該第2境界層(18)の外表面の中央領域を除いて、該メサの表面に亘り延びている絶縁フィルム(24)を有し、該絶縁フィルム(24)及び該中央領域がその上に延びている接触フィルム(27)を有する特許請求の範囲第2—4項のいずれか一つの項に記載の発光ダイオード。

6. 該接点フィルム(27)が、その上に延びているヒートシンク金属メッキ(28)を有する特許請求の範囲第5項記載の発光ダイオード。

7. 凹部(30)が該基板(12)の外表面から該第1境界層(14)まで延びており、該凹部(30)が該メサ(20)と実質的に整合されている特許請求の範囲第2-6項のいずれか一つの項に記載の発光ダイオード。

8. 表面に平行にそこを通つて延びている平面発光接合を有する半導体結晶の1表面の領域にマスクをすることと、メサ(20)が接合領域の境で、接合平面に対して実質的に45度傾斜した曲線壁(33)を有するようになるまで該マスクされた領域周囲の該結晶を非選択的にエッチングすることとを具備することを特徴とする表面放射発光ダイオードの製造方法。

9. 該非選択エッチングが、酸化表面層(46)

を作るため、半導体の露出部分を陽極酸化し、次いで、該酸化物が溶解する特許請求の範囲第8項記載の方法。

10. 普通の溶液(44)が該結晶表面の陽極酸化のときの電解質として、且つ該酸化層(46)の溶解のときのエッチング試薬としての双方の機能を果たす特許請求の範囲第9項記載の方法。

11. 陽極酸化電圧及び溶液濃度は、該酸化層(46)のエッチングが該結晶表面の陽極酸化を周辺で遅らすよう選択される特許請求の範囲第10項記載の方法。

12. 該普通の溶液(44)がpH1.5乃至3.5を有する磷酸溶液である特許請求の範囲第10項又は第11項のいずれか一つの項に記載の方法。

13. 該メサ頂部面の中央領域を除き、該メサ(20)上に絶縁層(24)を沈着し、且つ該中

央領域上を接点層(27)を蒸着する特許請求の範囲第8-12項のいずれか一つの項に記載の方法。

14. 該接点層(27)上に金属化したヒートシンク層(28)を電気メッキしている特許請求の範囲第13項記載の方法。

15. 直流陽極酸化電流が半導体結晶の露出した部分を陽極酸化するのに使用されている特許請求の範囲第9-14項のいずれか一つの項に記載の方法。

16. パルス陽極酸化電流が該半導体結晶の該露出部分を陽極処理するのに使用されている特許請求の範囲第9-14項のいずれか一つの項に記載の方法。

### 3 発明の詳細な説明

本発明は表面放射型発光ダイオード(LEDs)に関し、且つ詳細には外部量子効率が向上された

発光ダイオードに関する。

通常の「バロス」(Burros)即ち表面放射発光ダイオード(LED)では、流れる電流を利用可能な光学的エネルギーに変換する1つの尺度である最高到達外部量子効率は約4%である。発光ダイオードはギャラクテイク(galactic)であるから、発生した光の1部分は、発光ダイオードのエッジ(edge)から放射される前に活性であるpn接合に沿つて拡散し、且つpn接合により案内されがちである。実際に、このような放射が、エッジ放射発光ダイオードの光放射の主たる形式である。

少くとも、エッジ放射光の1部分は、発光ダイオードの外部量子効率を増加するため、エッジ放射光が半導体を出る前に回復され、そして表面放射光と結合できることが認められている。これはエー・シー・カーターその他(A. C. Carter,

et al) により提案された。(外部量子効率を3倍向上した新表面放射 GaInAsP 1.3  $\mu\text{m}$  発光ダイオード; この論文は1979年12月のワシントン国際電子機器会議で発表され、且つ会議のイクステンデッドアブストラクト(Extended Abstracts)に公表されている)。この刊行物は、発光ダイオードの背面に小面(facet)及び逆反射鏡を作るため結晶学的に選択したエッチング(etches)を用いて製造した構造を開示している。カーターとその他が記載している構造は、対称的な円ではなく且つ一定の方向に、活性である接合平面で拡散する光は向きをかえ、そしてその接合に対し直角な方向へ拡散される。しかし、小鏡面(mirror facets)及び逆反射鏡の配置が複雑であり、例えば、円形スポット(circular spot)からとるより寧ろ直線から放射される方向の変わった光となる。更にこの構造は、発光ダイオード

次に本発明の1実施例を例により、添付図面を参照して説明する。

第1図を参照して詳細に説明すると、バロス(Burros)即ち表面放射型の発光ダイオード10は、 $n$ 形GaAs基板12、 $n$ 形GaAlAs境界層14、 $n$ 形GaAlAs活性層及び $p$ 形GaAlAs第2境界層18を有する。これ等の層の組合せが、円形断面の、円錐台メサ(mesa)20の形状をしている。このメサは曲線輪郭壁22を有し、この壁22は活性層の境で活性層16の平面に対して45度傾斜している。メサ20及び第1境界層14は、メサ20の外側表面で接点領域に露出している窓26を除き、絶縁二酸化珪素層24により被覆されている。GaAs接点層27は窓26を介して蒸着され、且つ金電気メッキ層28はヒートシンク(冷却用放熱器・heat sink)を備えている。

特開昭57-28380(3)

の表面放射領域の中心と縦方向に整合して置かれている傾斜した鏡面を有している。この鏡がある程度、 $pn$ 接合に直角に拡散する直接光及び背面反射光を減衰するに違いない、これが表面放射発光ダイオードのため生じた主光源である。

本発明は、発光ダイオード $pn$ 接合の活性領域を結合している単一連続小鏡面を作る非選択エッチング(non-selective etch)の使用を提案している。 $pn$ 接合面に45度傾斜している小面は、速さ及び汚染皆無を保証されている連続多重陽極酸化及びエッチング技法を用いて形成することができる。このような装置の作動中、生じた方向を変じた光が活性領域のエッジの周りに分散されるので、対称な円の出力光分布が作られる。更に、 $pn$ 接合に直角に拡散する直接光及び背面反射光は、公知の先行技術の装置に起る如き小鏡面の干渉によつて減衰されない。

金頂部接点32は基板外側表面30に真空蒸着され、且つ円形凹部30はメサ20の正反対のGaAsにエッチングされ; この凹部は第1境界層14へ延びている。

作動中、電流が負の頂部接点32及び正の底部接点27を経て装置を通過するとき、電子と正孔の再結合が、活性層16内に発光を生ずる。第1境界層14は僅か5-10  $\mu\text{m}$ 程度であり、且つそのエネルギーバンドギャップは、活性層14のエネルギーバンドギャップよりも高く、従つて活性領域から上方へ拡散する光は、それ程吸収されずに、凹部30内に放射される。直接、凹部30で放射される光の補充として、メサ20の外側表面23上に入射する背面方向の光はこの装置を介して上方へ反射され且つ直接的な放射光と結合する。

従つて、活性領域の平面で拡散する光も、凹部

30に向つて上方へ、内部で反射される。反射は、活性層16の傾斜している境界層部分に形成されている鏡33並びに境界層14及び境界層18の直接隣接部分で起る。従つて、通常活性層の平面で失われる光は抽出され、且つpn接合に垂直に放射される光と共に、屈折率の合つたエポキシ(epoxy)により凹部30内に固定された光ファイバー(図示せず)の端部に結合することができる。

他の方法として、このファイバーは、ファイバー端及び発光ダイオード結晶が空気間隙により分離された位置に固定することができる。そのような場合、発光ダイオードを高レベルの電流を流して作動すると、光が結晶/空気の間面で反射されたときに生ずる光学的フィードバックにより活性層の面に、優先的に光を発生する。従来の表面放射発光ダイオードでは、特に長波長発光ダイオ

ードと書われている、この超輝度光(super-luminescent light)は通常完全に失われる。しかし、対称な円形の鏡33がその光をpn接合平面から方向を変え、且つ表面放射方向へ方向を変ずることによりその光を利用可能にしている。

鏡33の形状を第2図を参照して説明すると、第2図は発光ダイオード1の一部分を示し、第1図と比較して逆になつている。

先ず第一にGaAs基板12から説明すると、第1境界層14、第2境界層18及び活性層16は、数種の公知の方法の一つ、例えば液相エピタクシー(epitaxy)で成長される。次にp形境界層18の輝出面は、外部5000Åの強力なp形とするため $Zn^{+}$ の拡散処理を受ける。

次に、二酸化珪素の表面処理(passivating)層34は、境界面18の亜鉛分散面に真空蒸着される。次に表面処理層34は円形領域内へフォト

-デファイン(photo/  
-defined)

される。続いて、GaAs結晶は、定電流源40の正の端子の探針として作動するアルミニウムスプリング38を用いてテフロン(商標)支持機36に保持される。基板の表面処理を施した側は、図44内に懸垂されている白金線コイル42に面しており、この白金コイル42は定電流源40の負の端子に電気的に接続されている。

pH2程度、そして温度約25℃の換液溶液である図44は2重機能を有している。第1に、水酸化銻は露出した境界層18へ引きつけられ、且つ駆動ポテンシャル(driving potential)の影響の下で、 $Ga_2O_3$ 及び $As_2O_3$ の酸化物より成る絶縁層46を形成する。

しかし、この酸化物層46は図44内で溶解し、且つ形成後間もなく溶解する。定電流源は二酸化珪素層34の静電破壊を防ぐため、50Vに制限される。典型的には、約5乃至10mA/cmの陽

極酸化電流がGaAsにより経路されている。

第2図は陽極酸化/エッチング工程の中間段階を示しており、他の段階は破線I、II及びIIIで示されている。使用されるエッチング法は非選択(non-selective)であり、即ちこの方法は結晶平面に従わず、メサ壁22のエッチングした輪郭は多少四分円に該当している。陽極酸化及びエッチング工程は、活性層16の境界がその活性層の平面に対して45度となる深さ(II)まで続けられ、これは活性層16の境界でメサ壁22に対して接線方向の傾斜によつて示されている。pH値2が選択されると、その後この濃度で、酸化物/図の中間面で生ずる酸化物層46の溶解が、均一に且つ、都合のよい速さで進行する。酸化物層の成長の速さは、初めの成長期後電流を変化することにより調整可能であり、次の成長の速さは、溶解の速さと同じとなるよう保証される。この工程が開

結された直後、安定状態に達し、陽極酸化及びエツチングは2つの中間面を分離している約  $1000\text{Å}$  の酸化物層と同じ速さで続けられる。その結果、GaAs自体はエツチングされない。

陽極酸化とエツチングを同時に行うと、速さの利点以外に、陽極酸化及びエツチングが別個に行われるとき、結晶を槽から取出す毎に生ずる汚染を減少するという長所がある。

他の酸およびアルカリをベースにした方式が使用できるが、 $pH$  1.5乃至3.5を有する磷酸が非常に次の通り効果的であることが証明された。

- (a) 非常に均一な陽極酸化層ができる。
- (b) 汚染が更に容易に防止される。
- (c) 選択したエツチング速さを固定し、且つ維持するのが非常に容易である。
- (d) 酸がエツチング期間中、その特性が変化しない。

率が活性層の屈折率よりも少いとき、二重ヘテロ構造内で生ずる。他の例はGaInAsP/InP及びGaAlSb/GaSb方式である。GaInAsP/InP四元システムには、パルス陽極酸化電流(pulsed anodisation current)が必要であることが判明した。直流陽極酸化電流が、磷酸エツチング用試薬に不溶性であるInP上に酸化物を形成する。

しかし、パルス電流が溶解性中間複合物を形成するように思われる。

45度の鏡33が最適ではあるが、表面放射方向に変えられた光を著しく減衰することなしに、この傾斜からの $\pm 5^\circ$ の変化は許容されることを述べておかねばならない。更に、対称な円形の鏡が好ましいが、本発明の本質は、活性領域あるいは活性領域の1部が、活性領域に拡散する光の方向を変えるため、連続する又は殆んど連続している鏡に結合されることである。その結果外部

陽極酸化/エツチングの重要な特徴は、非選択(non-selective)であること、従つて結晶平面(crystallographic planes)によつて決定されないことである。通常のエツチングは他よりもより容易に、いくつかの結晶結合を破壊し、その結果幾何学的形状の考察に左右されるように思われる。より小さく、且つ駆動がテンシヤルの影響の下にあると、陽極酸化工程で生成された酸化鉄が、結晶の方向に関係なく、容易に結合を破壊するのが見られる。

記載された実施例は、GaAlAs/GaAs方式に制限されるものではないが、光が導波管内に閉じ込められている、いかなる発光ダイオード構造も、45度の対称な円形の鏡の内蔵によつて利益が得られる。本質的には導波作用は、境界層のエネルギーバンドギャップが活性層のエネルギーバンドギャップよりもずっと大きいとき、且つその屈折

量子効率の増加が他の形状の結合活性領域から得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による放射を向上した表面放射発光ダイオードを示している。

第2図は第1図の発光ダイオード製造中の1段階を示している。

10…発光ダイオード

12…基板

14…第1境界層

16…活性層

18…第2境界層

20…メサ

26…窓

28…金電気メッキ層

30…凹部

36…テフロン支持材

40...定電流源

42...白金コイル

46...絶縁層

特許出願人 ノーザン・テレコム・リミテッド

代理人 弁理士 小田島 平 吉

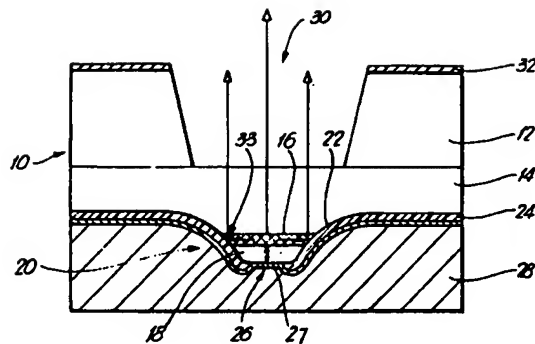


FIG. 1

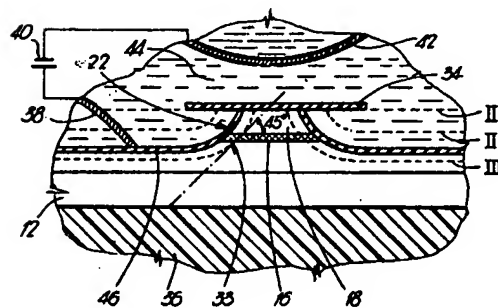


FIG. 2